

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000139

International filing date: 07 January 2005 (07.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-004545
Filing date: 09 January 2004 (09.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 February 2005 (24.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

01.2.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 1月 9日

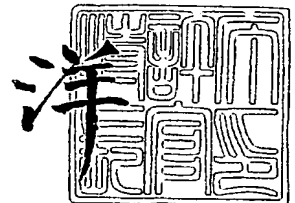
出 願 番 号
Application Number: 特願2004-004545
[ST. 10/C]: [JP2004-004545]

出 願 人
Applicant(s): 日本電気株式会社

2004年10月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3095298

【書類名】 特許願
【整理番号】 33510045
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 12/68
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区 5 丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 中田 恒夫
【特許出願人】
 【識別番号】 000004237
 【氏名又は名称】 日本電気株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100079005
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 宇高 克己
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 009265
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9715827

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

負荷分散方法であって、

複数の通信経路を選択可能な 2 ノード間において、送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻又は送信済みパケットの識別情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降の送信履歴又は送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降の送信履歴とに基づいて、経路の選択または選択優先度の更新を行うことを特徴とする負荷分散方法。

【請求項 2】

負荷分散方法であって、

複数の通信経路を選択可能な 2 ノード間において、送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態を監視し、その経路状態の経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる時刻又はパケットの識別情報を記憶するステップと、

経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降のパケットの送信履歴、又は前記送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降のパケットの送信履歴に基づいて、各経路におけるパケットの到着予想時刻を推定するステップと、

前記推定された到着予想時刻に基づいて、経路の選択、又は選択優先度の更新を行うステップと

を有することを特徴とする負荷分散方法。

【請求項 3】

前記経路状態情報は、経路の遅延を含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の負荷分散方法。

【請求項 4】

前記経路状態情報は、経路の通信速度を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の負荷分散方法。

【請求項 5】

前記経路状態情報は、経路の負荷を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 に記載の負荷分散方法。

【請求項 6】

経路の選択又は選択優先度の更新に際し、各経路の経路状態情報が更新されると、更新以前に送信されたパケットに関する送信コスト計算結果に修正を加えることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 に記載の負荷分散方法。

【請求項 7】

各経路の送信コスト計算結果の修正に際し、最新の経路状態情報が有効となる最初の送信済みパケット以前の履歴を破棄することを特徴とする請求項 6 に記載の負荷分散方法。

【請求項 8】

パケットを送信する経路として、受信側ノードでの受信完了時刻の推定値が最も早い経路を選択することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の負荷分散方法。

【請求項 9】

パケットを送信する経路として、受信側ノードで特定時刻までに受信完了できるデータ量の推定値が最大の経路を選択することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の負荷分散方法。

【請求項 10】

各経路につき、推測される現在の経路状態に応じてデータの送信を中断することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の負荷分散方法。

【請求項 11】

前記データ送信中断の基準が、推定受信完了時刻が特定の値以上であることを特徴とする請求項 10 に記載の負荷分散方法。

【請求項 12】

経路選択又は送信中断の判断を、送信データの属性ごとに異なるポリシーにより行うこ

とを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の負荷分散方法。

【請求項 13】

パケットを送信する経路を複数選択可能なノードであって、

入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻又は送信済みパケットの識別情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降の送信履歴又は送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降の送信履歴とに基づいて、経路の選択または選択優先度の更新を行う手段を有することを特徴とするノード。

【請求項 14】

パケットを送信する経路を複数選択可能なノードであって、

送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態を監視し、その経路状態の経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる時刻又はパケットの識別情報とを監視する監視手段と、

前記経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる以降のパケットの送信履歴とが記憶された記憶手段と、

前記経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる以降のパケットの送信履歴に基づいて、各経路におけるパケットの到着予想時刻を推定し、前記推定された到着予想時刻に基づいて、経路の選択、又は選択優先度の更新を行うスケジューリング手段とを有することを特徴とするノード。

【請求項 15】

前記経路状態情報は、経路の遅延を含むことを特徴とする請求項 13 又は請求項 14 に記載のノード。

【請求項 16】

前記経路状態情報は、経路の通信速度を含むことを特徴とする請求項 13 から請求項 15 のいずれかに記載のノード。

【請求項 17】

前記経路状態情報は、経路の負荷を含むことを特徴とする請求項 13 から請求項 16 のいずれかに記載のノード。

【請求項 18】

前記スケジューリング手段は、経路の選択又は選択優先度の更新に際し、各経路の経路状態情報が更新されると、更新以前に送信されたパケットに関する送信コスト計算結果に修正を加えることを特徴とする請求項 13 から請求項 17 のいずれかに記載のノード。

【請求項 19】

前記スケジューリング手段は、各経路の送信コスト計算結果の修正に際し、最新の経路状態情報が有効となる最初の送信済みパケット以前の履歴を破棄することを特徴とする請求項 18 に記載のノード。

【請求項 20】

前記スケジューリング手段は、パケットを送信する経路として、受信側ノードでの受信完了時刻の推定値が最も早い経路を選択することを特徴とする請求項 13 から請求項 19 のいずれかに記載のノード。

【請求項 21】

前記スケジューリング手段は、パケットを送信する経路として、受信側ノードで特定時刻までに受信完了できるデータ量の推定値が最大の経路を選択することを特徴とする請求項 13 から請求項 20 のいずれかに記載のノード。

【請求項 22】

前記スケジューリング手段は、各経路につき、推測される現在の経路状態に応じてデータの送信を中断することを特徴とする請求項 13 から請求項 21 のいずれかに記載のノード。

【請求項 23】

前記データ送信中断の基準が、推定受信完了時刻が特定の値以上であることを特徴とす

る請求項 22 に記載のノード。

【請求項 24】

前記スケジューリング手段は、経路選択又は送信中断の判断を、送信データの属性ごとに異なるポリシーにより行うことを特徴とする請求項 13 から請求項 23 のいずれかに記載のノード。

【請求項 25】

パケットを送信する経路を複数選択可能なノードの制御プログラムであって、

前記プログラムはノードを、

入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻又は送信済みパケットの識別情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降の送信履歴又は送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降の送信履歴とに基づいて、経路の選択または選択優先度の更新を行う手段として機能させることを特徴とするノードの制御プログラム。

【請求項 26】

パケットを送信する経路を複数選択可能なノードの制御プログラムであって、

前記プログラムはノードを、

送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態を監視し、その経路状態の経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる時刻又はパケットの識別情報とを監視する監視手段と、

前記経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる以降のパケットの送信履歴に基づいて、各経路におけるパケットの到着予想時刻を推定し、前記推定された到着予想時刻に基づいて、経路の選択、又は選択優先度の更新を行うスケジューリング手段として機能させることを特徴とするノードの制御プログラム。

【請求項 27】

前記経路状態情報は、経路の遅延を含むことを特徴とする請求項 25 又は請求項 26 に記載のノードの制御プログラム。

【請求項 28】

前記経路状態情報は、経路の通信速度を含むことを特徴とする請求項 25 から請求項 27 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【請求項 29】

前記経路状態情報は、経路の負荷を含むことを特徴とする請求項 25 から請求項 28 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【請求項 30】

前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、経路の選択又は選択優先度の更新に際し、各経路の経路状態情報が更新されると、更新以前に送信されたパケットに関する送信コスト計算結果に修正を加えるように機能させることを特徴とする請求項 25 から請求項 29 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【請求項 31】

前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、各経路の送信コスト計算結果の修正に際し、最新の経路状態情報が有効となる最初の送信済みパケット以前の履歴を破棄するように機能させることを特徴とする請求項 30 に記載のノードの制御プログラム。

【請求項 32】

前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、パケットを送信する経路として、受信側ノードでの受信完了時刻の推定値が最も早い経路を選択するように機能させることを特徴とする請求項 25 から請求項 31 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【請求項 33】

前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、パケットを送信する経路として、受信側ノードで特定時刻までに受信完了できるデータ量の推定値が最大の経路を選択するように機能させることを特徴とする請求項 25 から請求項 32 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【請求項 34】

前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、各経路につき、推測される現在の経路状態に応じてデータの送信を中断するように機能させることを特徴とする請求項 25 から請求項 33 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【請求項 35】

前記データ送信中断の基準が、推定受信完了時刻が特定の値以上であることを特徴とする請求項 34 に記載のノードの制御プログラム。

【請求項 36】

前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、経路選択又は送信中断の判断を、送信データの属性ごとに異なるポリシーにより行うように機能させることを特徴とする請求項 25 から請求項 35 のいずれかに記載のノードの制御プログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】負荷分散方法、ノード及び制御プログラム

【技術分野】

【0001】

本発明は複数の通信経路を利用可能な2ノード間の通信方式に関し、特に送信ノードによる経路間負荷分散の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

2ノード間に複数の通信経路が存在する場合、送信側ノードがトラフィックを各経路に分散して入力し、受信側で各経路からのトラフィックを再統合することにより単一の経路を用いた場合よりも原理的に高い転送速度が得られる。この仕組みはInverse Multiplexingと呼ばれ、複数の低速リンクから論理的な広帯域回線を得る目的で利用される。データ通信への適用例としては、ATM回線の多重化や、PPPリンクの多重化プロトコルであるMultilink

PPPなどが挙げられる。

【0003】

Inverse Multiplexingにおける経路間のトラフィック分散方式としては、例えば各経路に順番にパケットまたはフラグメントを送信するラウンドロビン方式が広く用いられている（例えば、非特許文献1）。この方法は各経路の速度がほぼ同一で一定な場合には有効であるが、経路ごとに速度の不均衡がある場合には2ノード間の転送速度が最も低速な経路に律速されてしまう問題があった。

【0004】

この問題に対応する方法としては各経路の利用頻度を速度に応じて制御する重みつきラウンドロビンが知られており、Inverse Multiplexingに対応したルータ製品等の実装されている。またCisco社等の製品では、入力パケットをハッシングして出力経路を決め、最適負荷分散を図る方法も実装されている。これらの情報は各社の公開文書に記されている（例えば、非特許文献2）。

【0005】

以上はいずれも経路が有線リンクのみから成る場合を想定した公知技術である。

【0006】

一方、経路が無線リンクを含む場合のInverse Multiplexingについても提案されている。提案されている方式では、入力パケットをフラグメントに分割して各経路に割り当てるが、そのフラグメントの大きさの比率を送信時の各経路の速度に比例するようにする（例えば、非特許文献3）。

【0007】

また、複数経路が選択可能な通信方式において、各経路の状態を監視し、その経路状態や、遅延時間等を考慮して経路を選択する技術も提案されている（例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3、特許文献4、特許文献5）。

【0008】

【特許文献1】特開2000-49862号公報

【特許文献2】特開2001-308917号公報

【特許文献3】特開2001-333100号公報

【特許文献4】特開2002-176441号公報

【特許文献5】特開昭58-27449号公報

【非特許文献1】"Striping Within the Network Subsystem," IEEE Network, July/August 1995

【非特許文献2】Cisco Systems, "Load Balancing with Cisco Express Forwarding," Cisco Application Note, Jan. 1998

【非特許文献3】"Adaptive Inverse Multiplexing for Wide-Area Wireless Networks," Snoeren et al, Proceedings of IEEE GlobeCom, Dec. 1999

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述した2ノード間の経路中に無線リンクを含む場合の従来の技術では、Inverse Multiplexingを行う送信ノードが送信経路を選択する際に選択基準として各経路の速度や遅延を参照するが、それらが動的に変動する無線リンクを含む経路については経路状態の測定誤差が累積しやすく、その結果、多重化効率が低下するという問題があった。

【0010】

そこで、本発明は上記課題に鑑みて発明されたものであって、その目的は複数経路を選択可能な2ノード間のデータ転送に際し、各経路の性能が動的に変化し、かつその時定数に比べ無視できないほど大きな往復遅延が存在する場合にも効率的な経路リソースの活用を可能とする技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決する第1の発明は、負荷分散方法であって、

複数の通信経路を選択可能な2ノード間において、送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻又は送信済みパケットの識別情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降の送信履歴又は送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降の送信履歴とに基づいて、経路の選択または選択優先度の更新を行うことを特徴とする。

【0012】

上記課題を解決する第2の発明は、負荷分散方法であって、

複数の通信経路を選択可能な2ノード間において、送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態を監視し、その経路状態の経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる時刻又はパケットの識別情報を記憶するステップと、

経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降のパケットの送信履歴、又は前記送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降のパケットの送信履歴に基づいて、各経路におけるパケットの到着予想時刻を推定するステップと、

前記推定された到着予想時刻に基づいて、経路の選択、又は選択優先度の更新を行うステップとを有することを特徴とする。

【0013】

上記課題を解決する第3の発明は、上記第1又は第2の発明において、前記経路状態情報は、経路の遅延を含むことを特徴とする。

【0014】

上記課題を解決する第4の発明は、上記第1から第3の発明のいずれかにおいて、前記経路状態情報は、経路の通信速度を含むことを特徴とする。

【0015】

上記課題を解決する第5の発明は、上記第1から第4の発明のいずれかにおいて、前記経路状態情報は、経路の負荷を含むことを特徴とする。

【0016】

上記課題を解決する第6の発明は、上記第1から第5の発明のいずれかにおいて、経路の選択又は選択優先度の更新に際し、各経路の経路状態情報が更新されると、更新以前に送信されたパケットに関する送信コスト計算結果に修正を加えることを特徴とする。

【0017】

上記課題を解決する第7の発明は、上記第6の発明のいずれかにおいて、各経路の送信コスト計算結果の修正に際し、最新の経路状態情報が有効となる最初の送信済みパケット以前の履歴を破棄することを特徴とする。

【0018】

上記課題を解決する第8の発明は、上記第1から第7の発明のいずれかにおいて、パケ

ットを送信する経路として、受信側ノードでの受信完了時刻の推定値が最も早い経路を選択することを特徴とする。

【0019】

上記課題を解決する第9の発明は、上記第1から第8の発明のいずれかにおいて、パケットを送信する経路として、受信側ノードで特定時刻までに受信完了できるデータ量の推定値が最大の経路を選択することを特徴とする。

【0020】

上記課題を解決する第10の発明は、上記第1から第9の発明のいずれかにおいて、各経路につき、推測される現在の経路状態に応じてデータの送信を中断することを特徴とする。

【0021】

上記課題を解決する第11の発明は、上記第10の発明のいずれかにおいて、前記データ送信中断の基準が、推定受信完了時刻が特定の値以上であることを特徴とする。

【0022】

上記課題を解決する第12の発明は、上記第1から第11の発明のいずれかにおいて、経路選択又は送信中断の判断を、送信データの属性ごとに異なるポリシーにより行うことを特徴とする。

【0023】

上記課題を解決する第13の発明は、パケットを送信する経路を複数選択可能なノードであって、入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻又は送信済みパケットの識別情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降の送信履歴又は送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降の送信履歴とに基づいて、経路の選択または選択優先度の更新を行う手段を有することを特徴とする。

【0024】

上記課題を解決する第14の発明は、パケットを送信する経路を複数選択可能なノードであって、

送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態を監視し、その経路状態の経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる時刻又はパケットの識別情報とを監視する監視手段と、

前記経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる以降のパケットの送信履歴とが記憶された記憶手段と、

前記経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる以降のパケットの送信履歴に基づいて、各経路におけるパケットの到着予想時刻を推定し、前記推定された到着予想時刻に基づいて、経路の選択、又は選択優先度の更新を行うスケジューリング手段とを有することを特徴とする。

【0025】

上記課題を解決する第15の発明は、上記第13又は14の発明において、前記経路状態情報は、経路の遅延を含むことを特徴とする。

【0026】

上記課題を解決する第16の発明は、上記第13から第15の発明のいずれかにおいて、前記経路状態情報は、経路の通信速度を含むことを特徴とする。

【0027】

上記課題を解決する第17の発明は、上記第13から第16の発明のいずれかにおいて、前記経路状態情報は、経路の負荷を含むことを特徴とする。

【0028】

上記課題を解決する第18の発明は、上記第13から第17の発明のいずれかにおいて、前記スケジューリング手段は、経路の選択又は選択優先度の更新に際し、各経路の経路状態情報が更新されると、更新以前に送信されたパケットに関する送信コスト計算結果に修正を加えることを特徴とする。

【0029】

上記課題を解決する第19の発明は、上記第18の発明において、前記スケジューリング手段は、各経路の送信コスト計算結果の修正に際し、最新の経路状態情報が有効となる最初の送信済パケット以前の履歴を破棄することを特徴とする。

【0030】

上記課題を解決する第20の発明は、上記第13から第19の発明のいずれかにおいて、前記スケジューリング手段は、パケットを送信する経路として、受信側ノードでの受信完了時刻の推定値が最も早い経路を選択することを特徴とする。

【0031】

上記課題を解決する第21の発明は、上記第13から第20の発明のいずれかにおいて、前記スケジューリング手段は、パケットを送信する経路として、受信側ノードで特定時刻までに受信完了できるデータ量の推定値が最大の経路を選択することを特徴とする。

【0032】

上記課題を解決する第22の発明は、上記第13から第21の発明のいずれかにおいて、前記スケジューリング手段は、各経路につき、推測される現在の経路状態に応じてデータの送信を中断することを特徴とする。

【0033】

上記課題を解決する第23の発明は、上記第22の発明において、前記データ送信中断の基準が、推定受信完了時刻が特定の値以上であることを特徴とする。

【0034】

上記課題を解決する第24の発明は、上記第13から第23の発明のいずれかにおいて、前記スケジューリング手段は、経路選択又は送信中断の判断を、送信データの属性ごとに異なるポリシーにより行うことを特徴とする。

【0035】

上記課題を解決する第25の発明は、パケットを送信する経路を複数選択可能なノードの制御プログラムであって、前記プログラムはノードを、

入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻又は送信済みパケットの識別情報と、前記経路状態情報が有効となる時刻以降の送信履歴又は送信済みパケットの識別情報で特定されるパケットの送信以降の送信履歴とに基づいて、経路の選択または選択優先度の更新を行う手段として機能させることを特徴とする。

【0036】

上記課題を解決する第26の発明は、パケットを送信する経路を複数選択可能なノードの制御プログラムであって、前記プログラムはノードを、

送信側ノードにおいて入力されるパケットごとに、選択可能な各経路の経路状態を監視し、その経路状態の経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる時刻又はパケットの識別情報とを監視する監視手段と、

前記経路状態情報と、この経路状態情報が有効となる以降のパケットの送信履歴に基づいて、各経路におけるパケットの到着予想時刻を推定し、前記推定された到着予想時刻に基づいて、経路の選択、又は選択優先度の更新を行うスケジューリング手段として機能させることを特徴とする。

【0037】

上記課題を解決する第27の発明は、上記第25又は第26の発明において、前記経路状態情報は、経路の遅延を含むことを特徴とする。

【0038】

上記課題を解決する第28の発明は、上記第25から第27の発明のいずれかにおいて、前記経路状態情報は、経路の通信速度を含むことを特徴とする。

【0039】

上記課題を解決する第29の発明は、上記第25から第28の発明のいずれかにおいて、前記経路状態情報は、経路の負荷を含むことを特徴とする。

【0040】

上記課題を解決する第30の発明は、上記第25から第29の発明のいずれかにおいて、前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、経路の選択又は選択優先度の更新に際し、各経路の経路状態情報が更新されると、更新以前に送信されたパケットに関する送信コスト計算結果に修正を加えるように機能させることを特徴とする。

【0041】

上記課題を解決する第31の発明は、上記第30の発明において、前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、各経路の送信コスト計算結果の修正に際し、最新の経路状態情報が有効となる最初の送信済パケット以前の履歴を破棄するように機能させることを特徴とする。

【0042】

上記課題を解決する第32の発明は、上記第25から第31の発明のいずれかにおいて、前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、パケットを送信する経路として、受信側ノードでの受信完了時刻の推定値が最も早い経路を選択するように機能させることを特徴とする。

【0043】

上記課題を解決する第33の発明は、上記第25から第32の発明のいずれかにおいて、前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、パケットを送信する経路として、受信側ノードで特定時刻までに受信完了できるデータ量の推定値が最大の経路を選択するように機能させることを特徴とする。

【0044】

上記課題を解決する第34の発明は、上記第25から第33の発明のいずれかにおいて、前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、各経路につき、推測される現在の経路状態に応じてデータの送信を中断するように機能させることを特徴とする。

【0045】

上記課題を解決する第35の発明は、上記第34の発明において、前記データ送信中断の基準が、推定受信完了時刻が特定の値以上であることを特徴とする。

【0046】

上記課題を解決する第36の発明は、上記第25から第35の発明のいずれかにおいて、前記制御プログラムは、前記スケジューリング手段を、経路選択又は送信中断の判断を、送信データの属性ごとに異なるポリシーにより行うように機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0047】

本発明によれば、複数経路を選択可能な2ノード間のデータ転送に際し、各経路の性能が動的に変化し、かつその時定数に比べ無視できないほど大きな往復遅延が存在する場合にも効率的な経路リソースの活用を可能とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

本発明を実施するための形態について説明する。

【0049】

本形態では、速度と共に遅延が動的に変動する複数の経路、特に無線リンクを含む経路の多重化への適用を想定している。

【0050】

図1は本実施の形態の構成例を示したものである。

【0051】

図1では、データ生成ノード10から宛先ノード11までの経路上に、Inverse Multiplexingを行う送信ノード100と受信ノード101がある。送信ノード100と受信ノード101の間には3つの経路があり、それぞれが無線送信手段200-1~200-3と無線受信手段201-1~201-3の間の通信路として、無線リンク202-1~202-3を含む。尚、図1では3つの経路の場合を示

しているが、経路の数は2以上の任意の値を取ることができる。また、送受信ノード間の経路は全て無線でもかまわないが、一般に有線網102も含むものとする。更に、一般に各無線リンクは異なる無線網300に属する。この例では、経路202-1、202-2はセルラーネットワークであり、無線網300-1、無線網300-2は無線LANである。

【0052】

図1の系において送信ノード100は、データ生成ノード10より受信したトラフィックを、状態情報に基づき各経路に分配し、受信ノード101は各経路を経由した送信ノード100からのトラフィックを再統合して宛先ノード11に向けて送信する。

【0053】

ここで、送信ノード100の内部構成を図2に示す。

【0054】

データ発生ノード10が宛先ノード11に向けて送信したトラフィックは通信インターフェース310-1から入力され、キューイング部312、スケジューリング部313を経てInverse Multiplexingリンクの送信側通信インターフェースである310-2または310-3から送出される。尚、複数の経路が最も送信ノード寄りの物理リンクを共有する場合もあるので、Inverse Multiplexingリンクを構成する経路は必ずしも通信インターフェースと1対1対応するものではない。

【0055】

スケジューリング部313は、キューイング部312から入力データを取り出し、特定の経路に送出する。取り出したデータの転送に用いる経路の選択は、経路状態監視部314が管理する経路状態を参照して行われる。経路状態監視部314は受信ノード101から通信インターフェース310-2または310-3を介して断続的に各経路の状態情報および更新が有効となる送信パケットを識別する情報を受信し、それらに基づきメモリ部315に格納された経路状態情報を更新する。

【0056】

ここで経路状態情報とは、通信性能の指標となる情報一般を指す。本実施の形態では、そのうち経路の速度とパケット遅延を用いる。また、経路状態情報の有効時とは、送信ノード側における経路状態情報の更新時を意味するものでなく、経路状態情報で示される経路状態となった時間、その経路状態において伝送されたパケットで特定される時刻等である。従って、経路状態情報の有効時以降の送信履歴とは、経路状態情報の有効時以降に送信されたパケットの送信履歴等をいう。尚、この時刻は、その測定の前になったパケット情報や、受信ノード側から送信される受信時等から得られるが、多少のずれはかまわない。また、経路状態情報を得る為、受信ノードが速度や遅延を測定する方法は各種提案されているが、本実施の形態で想定している方法を以下に述べる。

【0057】

送信ノード100は、受信ノード101へのパケットの各々に識別子と送信時刻を挿入して転送するものとする。受信ノードはパケット遅延を、送信ノードが挿入した送信時刻と自身が受信した時刻を比較することで測定する。また、送信ノードは定期的に測定用のパケット列を送信し、受信ノードはその到着時間のばらつきから速度を推定できる。推定の方法の詳細は例えば文献「Dovrolis, Ramanathan, and Moore, "What DoPacket Dispersion Techniques Measure?," IEEE INFOCOM 2001」で紹介されている。

【0058】

受信ノード101は、定期的にこれらの測定値を経路状態情報として送信ノード100に送信する。また、そのときまでに受信した最新のパケットの識別子を、送信する状態情報が有効となるパケットの識別情報として同時に送信する。以上の方式は一例であり、本発明の実施可能性は経路状態情報及びこれが有効となるパケットの決定及び伝達の方法には依存しない。

【0059】

スケジューリング部313は、次に転送すべきパケットにつき送信経路ごとに現在の経路情報およびその情報が有効となるパケットの送信時以降の送信履歴を参照し、受信側ノード

ド101での到着遅延を予測する。送信履歴はメモリ部315に記憶されている。スケジューリング部313は、予測した到着遅延が最小となる経路を次に転送すべきパケットの送信経路として選択し、選択した経路へのパケット転送後、その転送時刻をメモリ部315上の送信履歴に加える。

【0060】

スケジューリング部313で動作する経路ごとの到着遅延推定方法の一例を図3に示す。図3中400-1, 400-2, 400-3はデータパケットであり、その送信側ノード100での送信履歴および予測と受信側ノード101での受信履歴および予測がそれぞれ時間軸上で示されている。例えばデータパケット400-1は送信側ノードで時刻T1に送信が開始され、時刻T2に送信が完了している。また同じパケット400-1は受信側ノードで時刻T3より受信が開始され、時刻T4に受信が完了している。ここでT1とT3との差I1が伝送遅延である。また、T4とT2との差I2が、伝送遅延I1に送信インターフェースと転送経路の速度差とにより生じるパケットの分散を加えた総遅延となる。

【0061】

ここで、時間軸上TPの現在時刻において、パケット400-3を送信しようとしているものとする。そして、この経路につき、T5とTPの間でレポート結果通知の受信により、経路状態情報が更新され、この経路状態情報が有効とパケットは400-1からとする。そこで、経路状態情報が有効となるパケットの送信履歴に基づいて、パケット400-1、パケット400-2を考慮したパケット400-3の受信完了時刻の推定を行う。

【0062】

すると、パケット400-1より後に送信されたパケット400-2の受信側ノード101での受信開始時刻及び完了時刻は現在の経路状態情報に含まれる速度及び伝送遅延から推定される。推定された受信開始時刻は図3中T5、受信完了時刻はT7である。ここで、経路状態情報が示す伝送遅延はI1に等しいとすると、TPに送信開始したパケット400-3は時刻T6に受信開始されるはずであるが、そのときまだ受信側ノードではパケット400-2の受信が完了していないと推定されるのでパケット400-3の推定受信開始時刻はパケット400-2の受信が完了すると推定されるT7となり、パケット400-3の推定受信完了時刻は状態情報に含まれる経路速度から推定されるパケット分散を加えたT8となる。同様にパケット400-3の受信完了時刻の推定を各経路につき行い、それが最も早い時刻となる経路にパケット400-3は送出される。

【0063】

なお、図3におけるTPの時点での受信側の到着時刻推定に用いている経路状態情報は、T5とTPの間でレポート結果通知の受信により更新されたものである。すると、パケット400-2を送信した際の到着時刻推定はTPにおけるより古い経路状態情報に基づいて行われたことになる。この古い状態情報を情報A、T5とTPとの間で更新された新しい情報を情報Bとすると、リンク状態の変動により情報Aと情報Bに含まれる遅延や経路速度が異なれば、Aに基づく到着時刻予測は、図3に示される情報Bに基づく到着時刻予測と異なっていたはずである。したがって、図3に示したパケット400-1および400-2の到着時刻予測は情報Bを得た結果の修正を反映している。ひとたび状態情報の更新が行われると、その更新が有効となるパケット以前の送信履歴は参照不要となるのでこれを破棄する。

【0064】

以上説明したような到着時刻推定を含む、スケジューラの経路選択の手順を図4に示す。

【0065】

まず、キューイング部312により、パケットが受信される (Step 100)。

【0066】

次に、いずれかの経路で、その経路から最後のパケットを送信した後に経路状態情報が更新されたかを判断する (Step 101)。経路状態情報が更新された場合には、更新された全ての経路で、経路状態情報が有効となる以前の送信履歴を削除する (Step 102)。

【0067】

続いて、各経路において、経路状態情報と送信履歴とに基づいて、パケットの到着時刻を予測（推定）する（Step 103）。そして、予測（推定）到着時刻が最も早い経路にパケットを送信する（Step 104）。

【0068】

最後に、パケット送信に用いた経路の送信履歴を更新する（Step 105）。

【0069】

以上の如く、経路状態情報更新の際にはそれ以前に送信済みのパケットの到着時刻予測が修正され、それ以降のパケット送信の際の判断に反映されるので、結果的に過去の送信実績の補償が可能になる。この補償の効果は各経路の往復遅延が大きく、経路の状態変動の周期に対して無視できない場合に顕著になる。以下にその理由を述べる。

【0070】

経路の状態変動が往復遅延程度の時間で起こる場合、ある状態情報を送信側ノードが取得したところには既に当該経路の状態は変わっているかもしれないのでその情報は信頼するに足らない。したがってパケットを送信する時点で経路選択およびタイミング設定を最適に行うことは不可能であり、一般には非最適な経路およびタイミングでパケットが送信されることになる。状態情報更新の際に到着時刻予測を修正することは、既に行われた非最適な送信のインパクトを、状態情報更新間隔分の時間が経ってから推定することに等しい。例えば、以前に高すぎるレートで送信していた場合、状態情報の更新により送信済みパケットの到着予測時刻は延長されてその経路の送信コストは引き上げられる。

【0071】

以上のような、状態情報更新による過去の送信パケットの到着時刻予測の修正は経路選択の最適化の効果があるが、経路選択のみならず送信タイミング制御に到着時刻予測の修正をフィードバックすると各経路の輻輳制御も長期的に最適化される。

【0072】

次に、実施するための他の形態について説明する。

【0073】

以下の形態では簡単なタイミング制御を実装した場合の動作を説明する。

【0074】

次に示す他の形態では、上述した形態と同様に送出パケットの受信完了時刻を経路ごとに推定し、最も評価値の高い経路を選択するが、新たに経路ごとに許容推定遅延を定義し、推定遅延がその値を超えないよう送信側ノード100が送信タイミングを制御する簡単なタイミング制御を導入することもできる。図5を用いて本形態の動作を説明する。

【0075】

図5中、許容推定遅延をTMとしている。この意味は、TPの時点でパケットを送出するにはそのパケットはTM+TPまでに受信完了すると推定されなければならないということである。ところが上述した形態と同様な手段でパケット400-3の受信完了時刻を推定するとT8となり、これはTM+TPよりも未来である。したがって推定受信完了時刻がTM+TPとなるまでの間、送信側ノード100はこの経路からパケット400-3を送出できない。この場合送信側ノード100はいずれかの経路の推定受信完了時刻がTM+TP以下となるまでパケット400-3を保留し、最も早く保留が解ける経路よりこのパケットを送信する。以上の形態でのスケジューリング部313の動作フローを図6に示す。

【0076】

まず、キューイング部312により、パケットが受信される（Step 200）。

【0077】

次に、いずれかの経路で、その経路から最後のパケットを送信した後に経路状態情報が更新されたかを判断する（Step 201）。経路状態情報が更新された場合には、更新された全ての経路で、経路状態情報が有効となる以前の送信履歴を削除する（Step 202）。

【0078】

続いて、各経路において、経路状態情報と送信履歴とに基づいて、パケットの到着時刻を予測（推定）する（Step 203）。そして、予測（推定）された到着時刻を用いて、全ての経路について、（予測（推定）到着時刻）>（現在時刻+許容推定遅延）であるかを判断し（Step 204）、いずれかの経路で（予測（推定）到着時刻）≤（現在時刻+許容推定遅延）である場合には、それらの経路のうち予測（推定）到着時刻が最も早い経路にパケットを送信する（Step 205）。

【0079】

一方、全ての経路で、（予測（推定）到着時刻）>（現在時刻+許容推定遅延）である場合には、いずれかの経路で現在時刻が（予測到着時刻-許容推定遅延）となるまで待機し、いずれかの経路で条件を満たした場合にはStep 205に進む（Step 206）。

【0080】

最後に、パケット送信に用いた経路の送信履歴を更新する（Step 207）。

【0081】

尚、許容遅延TPの値は経路ごとに独立に設定してよい。例えば各経路の遅延や経由するサーバのバッファ量等が大きく異なる場合、特に高負荷下ではTMの設定値を各経路で異なる設定とすることで各経路の帯域の有効活用が図れると考えられる。

【0082】

また、経路選択の判断は推定受信完了時刻の他に、例えばパケット欠落率や回線使用料金などが監視可能であればそれらを優先して評価してもよい。また判断の方法は送られるデータの属性により異なってもよい。例えば音声データであれば遅延を、緊急ではないファイル転送データであれば回線使用料金を重視した選択を行うなどである。本発明の特徴は、いずれの場合においても、送信ノードが経路状態情報を更新する際に同時にその更新が有効となる送信パケットまたは時刻を取得し、有効パケットまたは有効時刻以降の送信履歴より送信コストへのインパクトを推定し、コスト最小の経路に次のパケットを送信することである。その結果、遅延が大きく経路の状態変動の時定数に比べ無視できないほど大きい場合にも、過去の非最適な送信により既に与えてしまったコスト基準へのインパクトをその後の送信タイミングの調整に反映させることで補償することができ、経路の利用効率を向上させる効果がある。

【0083】

尚、上述の実施の形態において、送信ノード100のキューイング部312、スケジューリング部313及び経路状態監視部314をそれぞれ別の部として構成したが、これらの全部又は一部を、制御プログラムで動作するCPU等で構成しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】図1は本発明の実施の形態におけるノード間経路の構成を示す図である。

【0085】

【図2】図2は送信側ノードの構成を示す図である。

【0086】

【図3】図3は実施の形態における送信側ノードおよび受信側ノードでのパケット処理のタイミングを説明する為の図である。

【0087】

【図4】図4は実施の形態におけるスケジューリング部の動作フローチャートである。

【0088】

【図5】他の実施の形態における送信側ノードおよび受信側ノードでのパケット処理タイミングを説明する為の図である。

【0089】

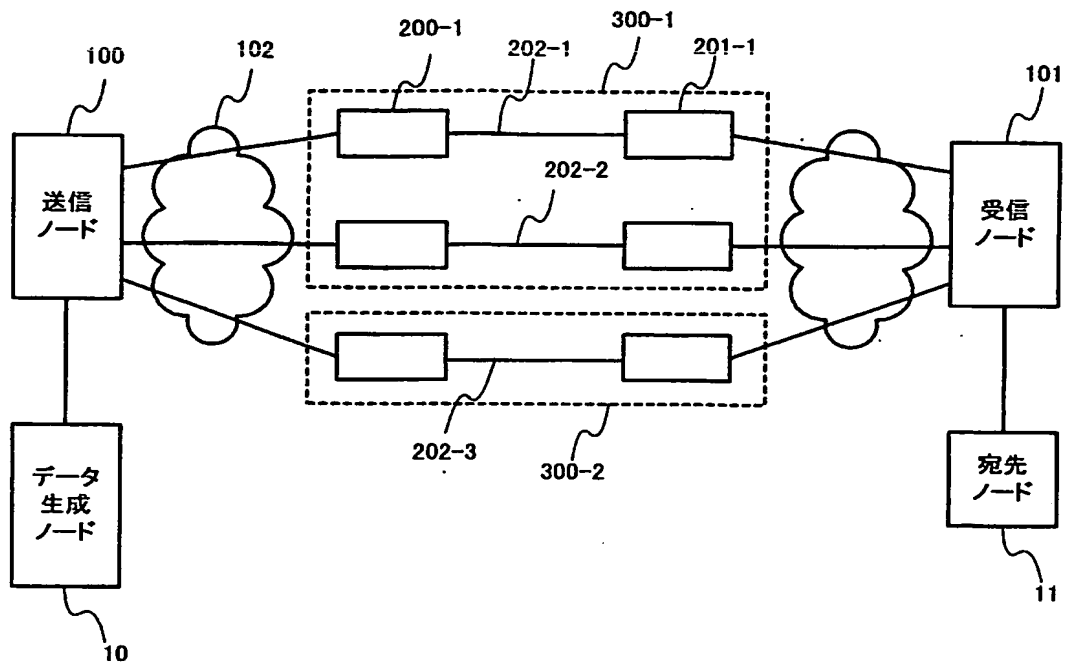
【図6】他の実施の形態におけるスケジューリング部の動作フローチャートである。

【符号の説明】

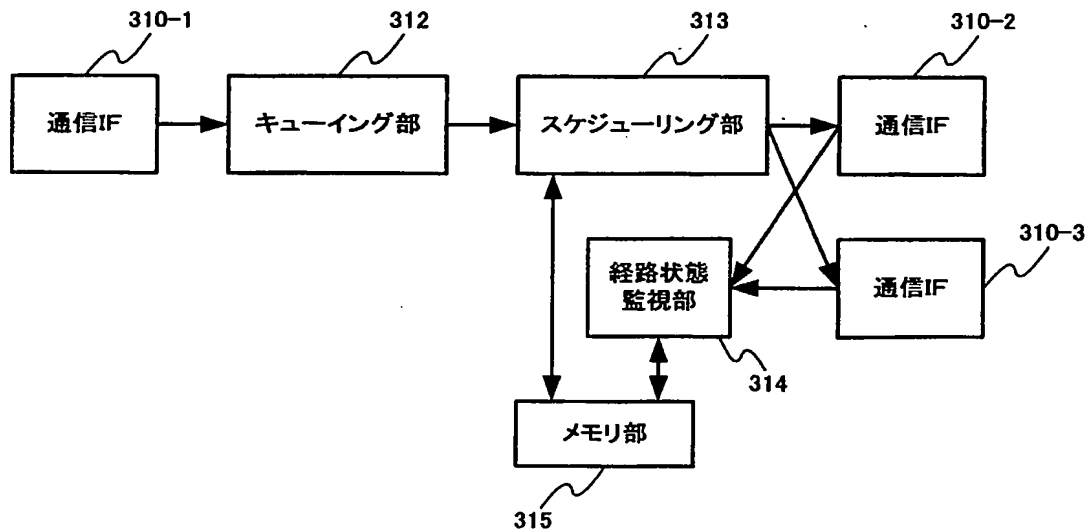
【 0 0 9 0 】

- 1 0 データ生成ノード
- 1 1 宛先ノード
- 1 0 0 送信ノード
- 1 0 1 受信ノード
- 1 0 2 有線ネットワーク
- 2 0 0 無線送信手段
- 2 0 1 無線受信手段
- 2 0 2 無線リンク
- 3 0 0 無線網
- 3 1 0 通信インターフェース
- 3 1 2 キューイング部
- 3 1 3 スケジューリング部
- 3 1 4 経路状態監視部
- 3 1 5 メモリ部

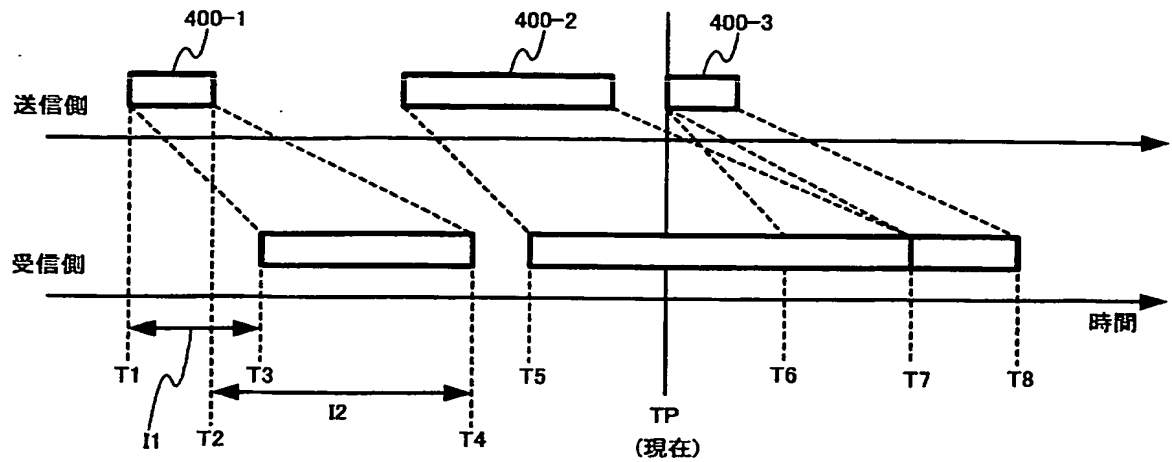
【書類名】 図面
【図 1】



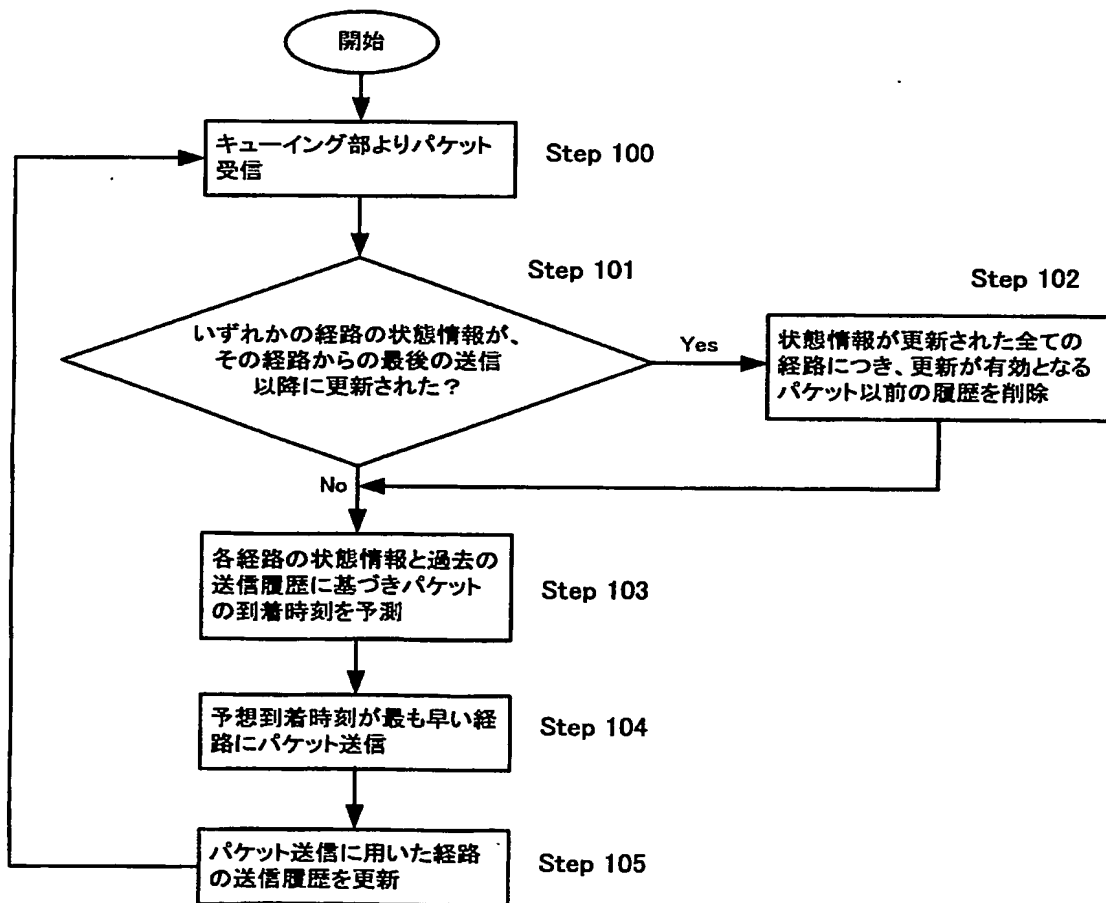
【図 2】



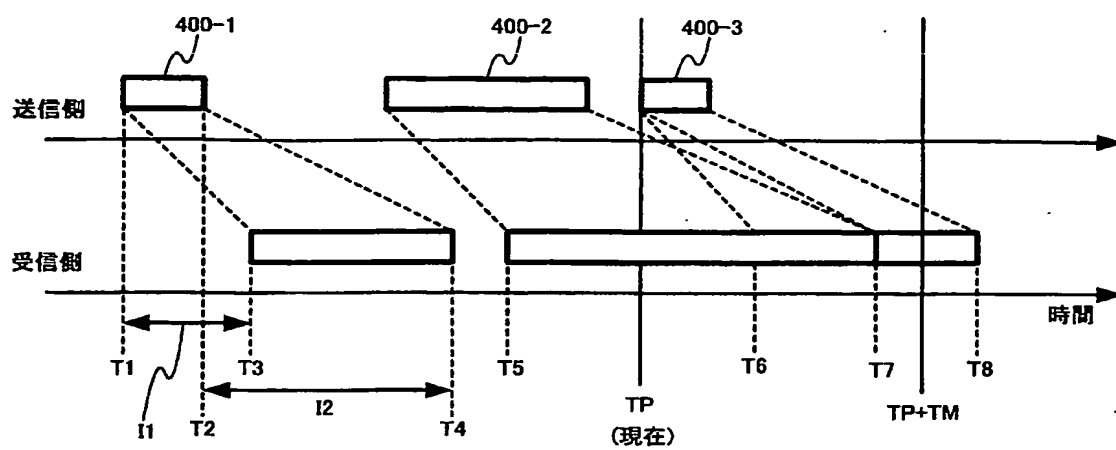
【図 3】



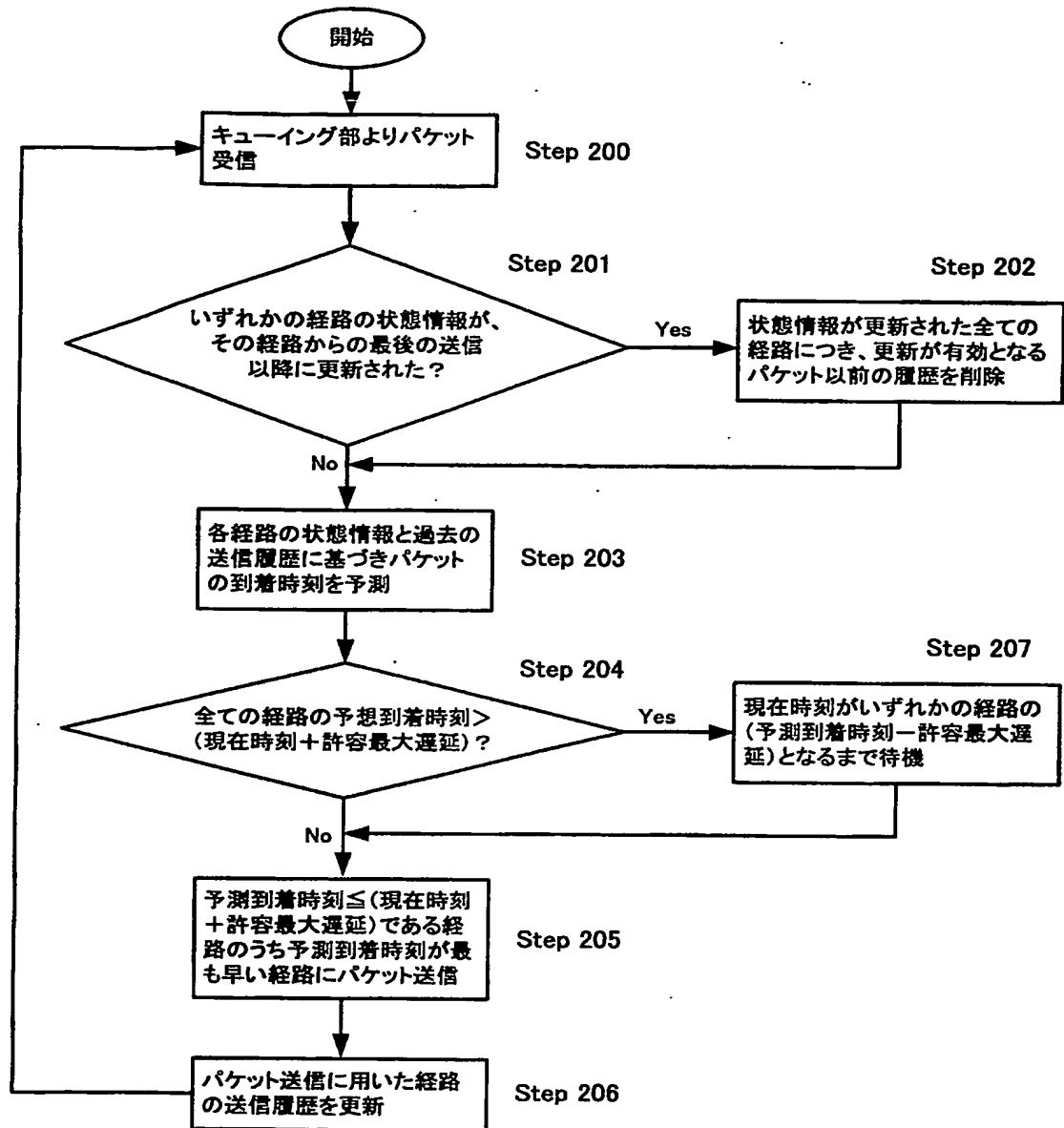
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数経路を選択可能な 2 ノード間のデータ転送に際し、各経路の性能が動的に変化し、かつその時定数に比べ無視できないほど大きな往復遅延が存在する場合にも効率的な経路リソースの活用を可能とする技術を提供すること。

【解決手段】 経路状態情報の更新の際に、その更新が有効となる時刻を記録し、また新しい状態情報と、その有効時刻以降のデータ送信履歴とに基づいて、各経路の packets 到着時刻を予測する。そして、packets 到着時刻の最も早い経路に packets を送信する。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

| | |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2004-004545 |
| 受付番号 | 50400036162 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第八担当上席 0097 |
| 作成日 | 平成16年 1月15日 |

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 1月 9日

特願 2004-004545

出願人履歴情報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏名

日本電気株式会社